Revista CIENCIA **Vol.19, 3, 349-362 (2017)**

GEOPHYSICAL STUDY IN SOUTHERN EXTREME OF PRECORDILLERA, MENDOZA, ARGENTINA

Manuel J. Mamani

Unidad de Geofísica, Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, IANIGLA, CCT, Casilla de Correo 330 (5500) Mendoza, Argentina. mmamani@mendoza-conicet.gob.ar

Received: May 2017. Accepted: August 2017

ABSTRACT

The southern border of Precordillera, Mendoza Province, Argentina, has remarkable geological features. This zone is located eastward of Frontal Cordillera into the Andean Range, with strike North- South. In this work, results from geophysical studies carried out in this zone are given. From field data, the borders of different geological structures in the region are described. Four Vertical Electrical Soundings (VESs) were carried out northward of Mendoza River, following the path to La Crucecita farm. In addition, three magnetotelluric soundings (MTS) were also carried out; two of them, southward of Mendoza River and the third one upstream from the lake of Potrerillos dock. From SEVs two steps eastward the Precordillera are recognized; the first of them located 3 km from the river, and the second one, at the border between Precordillera and Mendoza River. The stratigraphic section is suggested: Triassic formations covering Paleozoic rocks. Triassic formations are considered as electric basement with resistivities higher than 2600 ohmm, and above of it, Terciary formations with 50 ohmm or less. On the other hand, Quaternary sediments are also presents in Surface, with resistivities higher than 160 ohmm. Magnetotelluric results show the depth of basement under the basin. Scarse amount of MT soundings is dissuading to carry out 2D MT modellings.

Key words: Electrical Sounding, Magnetotelluric, Precordillera

ESTUDIO GEOFISICO EN EL LÍMITE SUR DE LA PRECORDILLERA MENDOCINA, ARGENTINA

RESUMEN

El límite Sur de la Precordillera, provincia de Mendoza, constituye un sitio donde confluyen notables accidentes geológicos. Se localiza al Este de la Cordillera Frontal de los Andes, conformando una cadena montañosa de dirección Norte Sur. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de los estudios geofísicos realizadas en la zona, analizando y describiendo, a partir de los datos, los límites de estructuras geológicas y contactos presentes en la zona. Para la concreción de este objetivo se realizaron 4 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) al norte del río Mendoza en el camino de acceso a la Estancia La Crucecita y tres sondeos magnetotelúricos (MT); dos de ellos, en el área al sur del río Mendoza, dentro de la Cuenca y el tercero aguas arriba del embalse del dique Potrerillos. Con los resultados de los SEV se interpretan dos escalones hacia la vertiente

oriental de la Precordillera, el primero de ellos, dentro de piedemonte a 3 km del eje del río, y el segundo en el límite de la Precordillera con el río antes mencionado. Se distinguen las formaciones que integran la columna estratigráfica en la zona: formaciones Paleozoicas a mayor profundidad, seguidas por estratos de edad Triásica. Estas constituyen el basamento eléctrico que configuran la alta resistividad (mayores a 2600 ohmm) y sobre-yacente a ellos los de edad Terciaria, (menores a 50 ohmm). Asimismo, por encima de todos ellos, aparecen sedimentos de granos gruesos formando los estratos Cuartarios (resistividades mayores a 160 ohmm). Los resultados magnetotelurícos permiten alcanzar una mayor profundidad para llegar, en el llano, a observar el fondo de la cuenca sedimentaria. La limitación en la cantidad de sondeos, y ruidos en la señales, imposibilitó realizar modelos 2D que darían mayores certidumbres.

Palabras Claves: Geoeléctrica, Magnetotelurica, Precordillera

1. INTRODUCCIÓN

El límite Sur de la Precordillera, provincia de Mendoza, (Figura 1, y Figura 2) se encuentra en un sitio donde confluyen accidentes geológicos de envergadura, se localiza al Este de los Andes y conforma la cadena montañosa de dirección Norte Sur, las fracturas son de tipo inverso, con buzamiento hacia el Oeste a lo largo de las cuales los estratos volcánicos sedimentarios terciarios y paleozoicos han sido presionados hacia el extremo inverso. El resultado de esta geomorfología son tierras altas separadas por valles intermontanos estrechos. En ese aspecto, luego del hundimiento en el terreno llano, atravesando la traza transversal del río Mendoza, en la dirección NNO SSE, nace la cuenca Cacheuta Alvear producto de un evento extensional que perduro hasta el Triásico medio (Llambias et al, 1993). Por el Oeste se distingue un área de contacto que constituye la depresión existente entre Cordillera Frontal y la Precordillera con la presencia entre ellos del cerro Cacheuta y del Dique Potrerillos. Esta depresión proviene desde las localidades de Iglesias – Calingasta, en la provincia de San Juan, se continúa hacia el Sur y se establece luego como límite entre el bloque Sanrafaelino Pampeano hacia el Oeste y toda la llanura. Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de sondeos geofísicos realizados en la zona, analizar y describir desde ellos el contacto entre estas áreas que tienen una gran importancia económica por lo que contienen, como es el cauce del principal recurso hídrico de la provincia que sirve al área cultivada; a continuación la presencia de los yacimientos de hidrocarburos y la zona industrial. Es de tener en cuenta la magnitud (longitud de 538 km) de esta provincia geológica antes del contacto con la cuenca mencionada, proviene desde el límite Norte en la Laguna Brava en la provincia de La Rioja.



Figura 1 Área de estudio, ubicación relativa en el límite O, en el territorio nacional dentro del Estado Mendocino. Cacheuta como sitio notable de la realización de los trabajos.

Para este trabajo se realizaron 4 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) al norte del río Mendoza, en el camino de acceso a la Estancia La Crucecita y tres sondeos magneto telúricos (MT), dos en el área al sur del río Mendoza, dentro de la Cuenca y el otro aguas arriba del embalse del dique Potrerillos, (ver Figura 2). El gradiente del espesor sedimentario de la zona de hundimiento entre ambos sitios de las mediciones geofísicas es notable. Diversos autores han descrito por separado cada una de estas áreas con distintos objetivos, con escasa mención a la confluencia de estos cuerpos geológicos y sus implicancias desde lo económico, como también, desde la información, determinar lo que es posible extraer del subsuelo mediante la exploración geofísica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sondeos eléctricos

Esta metodología es conocida y utilizada para estudiar el subsuelo inmediato para la búsqueda de acuíferos y estratificación somera, consiste sumariamente en inyectar corriente por dos extremos (AB) y medir las diferencias de potencial por otros dos internos (MN) e ir acentuando la distancia entre ellos, (metodología Schlumberger) lo que permite mayor profundidad de la exploración El equipamiento utilizado fue un resistivimetro Abeam, en nuestro caso la intención tiene que ver con determinar los espesores de los acarreos que se han producido en la vertiente oriental, en el extremo sur de la precordillera, relacionarlo con las fracturas submeridionales que transcurren por esa área y el contacto con el cauce del río Mendoza.

En la **Figura 2,** se visualiza el dique de Potrerillos, la traza del cauce del río Mendoza observando, el cambio de dirección del mismo, desde el SSE al Este cuando atraviesa el extremo sur de la montaña. La localidad de Cacheuta como límite sur de la Precordillera.



Figura 2 Ubicación de los sitios de la exploración geoelectrica, en el camino de acceso a la estancia la Crucesita, y los correspondientes a los sondeos MT en la llanura al SEE de la Precordillera.

Desde la traza del río Mendoza, el primer sitio de los SEV 1 se ubicó a 1,3 km, y con el objeto de confirmar los niveles de sustratos interpretados y asegurar la resistividad corrigiendo, de esa forma, los efectos anisotropicos del terreno, se realizó en la misma ubicación el SEV 2, perpendicular al primero; el siguiente a 1,1 km del anterior y el ultimo separado por 0,91 km. La geomorfología indica que se trata de relieves pedemontanos, y en este caso con una fuerte pendiente topográfica. La altura sobre el nivel del mar en el sitio de realización del sondeo N° 4, es de 1295 m desciende hasta el nivel del río a 1080 m en la distancia de 3.5 km.

Los antecedentes hidrogeológicos de la cuenca del río Mendoza, en el tramo aguas abajo de la salida de la montaña hacia la llanura, fueron realizados por el Centro Regional de Aguas Subterráneas (1996), U.N.D.P (1970), mediante SEV, en ellos se indican que hay un rápido aumento del relleno correspondientes a sedimentos de edad Cuaternaria y reciente, validado por el pozo de exploración MDx1 donde la profundidad alcanzada es de 1210 m desde la superficie. Estos resultados muestran altos valores de resistividad en los primeros metros de la superficie, (700 a 1500 ohmm) luego se continua con un estrato que se profundiza hacia el Este entre 150 a 300 m con un límite inferior no definido, donde la resistividad es menor de 70 ohmm.

En lo referido a los sondeos de exploración, mediante la metodología magneto telúrica, no se encontraron antecedentes que indiquen que se hayan realizado estos tipos de tareas. En este caso uno de los puntos de muestreo de exploración, fue ubicado aguas arriba del Dique Potrerillos y los otros dos en la cuenca propiamente dicha. Se hizo un análisis de riesgos por el ruido cultural, eléctrico mayormente, que iban a ser pasibles de registrar en estos lugares, en vista de ello se utilizaron filtros electrónicos al instrumental a los efectos de atenuar los mismos, en algunos casos se consiguió en otros no fue así, sin embargo se presentan, desde los resultados de un modelo 1D, con las consideraciones antedichas, que sirven como antecedentes para otros trabajos geofísicos y geológicos.

El SEV1 la longitud de los conductores de los electrodos de corriente se extendieron (AB/2) hasta 750 m, azimut de 40° NE, que era lo permitido por la geografía del lugar, caminos, conductores eléctricos y líneas de alta tensión, (a 900 m) barrancas etc. El SEV2 (AB/2 = 500 m) en sentido perpendicular al anterior, confirmo los anteriores resultados. Los SEV restantes 3 y 4, los conductores se establecieron sobre el camino en virtud de la imposibilidad de acceder a las otras direcciones.

2. 2 Resultados

2.2.1 De los sondeos eléctricos verticales

Con los resultados de los SEV se interpretan dos escalones hacia la vertiente oriental de la Precordillera, el primero de ellos, dentro del pedemonte a 3 km del eje del río, y el segundo en el límite de la Precordillera con el río antes mencionado (ver Figura 3), dentro del perfil se distinguen tres estratos con resistividades comparables, en aumento desde el subsuelo hacia la superficie. La descripción de la geología, de áreas cercanas a la zona de estudio, se distinguen las formaciones que integran las cuencas Paleozoicas a mayor profundidad, siguiendo con los estratos de edad Triásica (M. Salomón et al, 2000). Estos constituyen el basamento eléctrico que configuran la alta resistividad (mayores a 2600 ohmm) y sobre yacente a ellos los de edad Terciaria, (menores a 50 ohmm) luego sedimentos de granos gruesos formando los estratos Cuartarios (mayores a 160 ohmm). Se asume que la cubierta superficial son sedimentos heterogéneos modernos de alta resistividad. Es manifiesta la diferencia de resistividades entre los SEV 1 y 3, no ocurre de igual modo en el SEV4, esto permite deducir que la acumulación de material sedimentario fue mayor desde el sondeo 3 en dirección del río Mendoza.

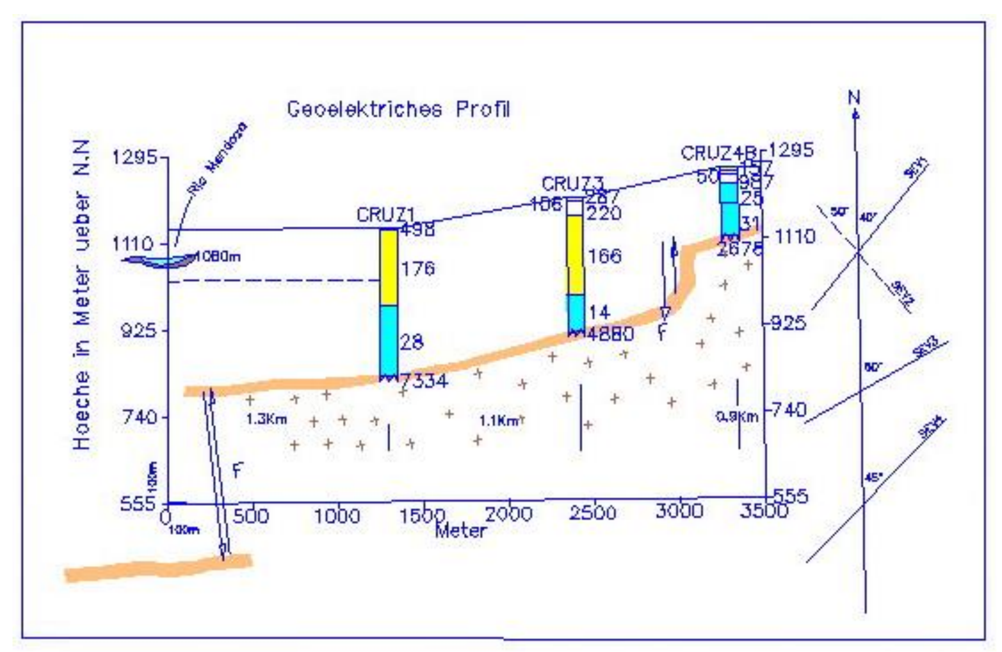


Figura 3 Perfil geoeléctrico con indicación de las resistividades provenientes del procesamiento de los datos de campo e interpretación de los estratos diferenciados.

En esta última figura, son notables los resaltos de las fracturas y su ubicación. El que se encuentra entre los SEV 3 y 4 es el más cercano a la precordillera y a continuación del SEV 1 el restante. Este último se grafica teniendo en cuenta resultados propios y antecedentes de la exploración geoelectrica realizado por el CRAS. A la derecha de la figura la orientación de la línea de distribución de los electrodos. Los desniveles que se observan en el perfil de la Figura 3 corresponden a la continuación, hacia el Sur, de los sistemas de fallas que se encuentran en el sector Oriental de la Precordillera, ya reconocidos como: Divisadero Largo; el Sistema de Fallas Cerro de la Gloria; Punta de Agua y Falla Melocotón. (Bastías, et al 1993; Rodríguez y Barton, 1990; Costa, 2000).

2.2.2 Sondeos geofísicos magneto telúricos

El método consiste en registrar y luego comparar en un mismo lugar las componentes horizontales simultaneas del campo eléctrico y magnético naturales, el valor de la relación obtenida depende de la estructura electromagnética del subsuelo y su análisis permite obtener ese dato (Pous, Marcuello, 1989). Esta metodología de exploración, (MT), usa como fuente de excitación las perturbaciones electromagnéticas naturales que alcanzan la superficie de la tierra y sirven para determinar la distribución de conductividad eléctrica en el subsuelo. Una pequeña parte de la onda electromagnética incidente penetra verticalmente difundiéndose en el medio y generando las corrientes telúricas. Las características de la fuente permiten alcanzar profundidades considerables en zonas donde otros métodos geoelectricos tienen limitaciones en equipamiento y potencia.

Se van a presentar los modelos unidimensionales y un esbozo preliminar de 2D, esto último debido a que para una mayor certeza en las interpretaciones es necesario contar con una mayor cantidad de sondeos. Los mencionados en primera instancia (1D) toman como premisa que los estratos son homogéneos y horizontales, sabido es que en estos ambientes de cordillera y en general es posible imaginar que el subsuelo tiene una estructura, la más alejada de aquello, son mayormente 3D, y esta situación se manifiesta en las llamadas *“distorsiones”* de los campos registrados.

La presencia de cuerpos o estructuras tridimensionales que se encuentren en los primeros metros del subsuelo, las cuales responden a un campo eléctrico, provoca la acumulación de cargas en las fronteras de las estructuras superficiales no inductivas y de pequeña escala. Esto crea un campo eléctrico local que puede modificar de forma significativa y en todo el rango de frecuencias, las medidas de la resistividad eléctrica y de la fase. Esta modificación sobre las respuestas se llama distorsión galvánica (Jiracek, 1990; Chave y Smith, 1994; Gabàs, 2003).

En resumen, la respuesta de las estructuras regionales puede estar enmascarada por distorsiones producidas por homogeneidades locales y/o cercanas a la superficie. Las distorsiones se definen como la alteración de la respuesta regional inductiva debido a la presencia de distribuciones de corrientes y cargas, las cuales producen distorsiones inductivas y galvánicas respectivamente. El efecto inductivo desaparece rápidamente con el período, mientras que no pasa lo mismo con el efecto de las distorsiones galvánicas. Todas las distorsiones afectan a las trazas de las curvas de *resistividad aparente*, siendo la *fase* más estable ante estas distorsiones, sólo en un caso en particular la *fase* es afectada de una manera temporal y es necesaria su corrección. En resumen

en la metodología magnetotelúrica, el parámetro más estable ante distorsiones galvánicas o inductivas es la *fase* y no la *resistividad.*

Los sondeos de exploración MT (ver Figura 2) se ubicaron en la llanura y sobre la cuenca antes citada. Como la metodología empleada para la colección de datos tiene sustento en el registro de corrientes naturales en el terreno, está influenciada por los conductores cercanos de transporte eléctrico, en ese sentido, de los dos sondeos, en uno de ellos (POT02) era mayor al ruido que la señal y motivó que el procesamiento abortara esta serie de datos.

En nuestro caso las señales, en el rango de 0.057 s. hasta 300 s., fueron registradas mediante el equipamiento Electromagnetic Instruments (EMI) donde las series temporales son registradas en ventanas de 512 puntos. Se midieron cinco señales en el sitio de sondeo (E_x, E_y, H_x, H_y, H_z), E es el campo eléctrico, H el magnético, todas la señales son preamplificadas, filtradas y postamplificadas, para ser digitalizadas y luego procesadas. La inversión de los datos de campo y la obtención de una estructura resistiva a partir de los mismos, fue implementada en los programas de EMI por un algoritmo de regresión (Meju, M. 1992) para el cálculo de la solución óptima.

Sitio: POT 01

El sitio del sondeo de exploración se ubicó en el límite aguas arriba del dique de Potrerillos, la zona de trabajo considerada constituye el contacto entre la Cordillera Frontal (Oeste) y Precordillera (Este), es una zona de compresión entre estas dos provincias geológicas. La estructura de la faja está definida por fallas inversas de alto ángulo y corrimientos con vergencia occidental (Giambiagi et al, 2010) donde además se midió, asimismo, la orientación y el sentido de desplazamiento de las fallas de menor escala.

Con las precauciones ya enumeradas es posible distinguir, en este modelo 1D, tres capas de alternancia resistivo – conductor, la primera de ellas hasta los 0.1 km que se prolonga en profundidad mediante el estrato conductor hasta los 3 km interpretamos que se debe a la percolación por fracturas del fluido que forma parte del cauce del río Mendoza el espesor subyacente a esta última, resistivo, se continua hasta 11,3 km. (ver Figura N°4)

A la derecha el modelo 1D generado por el procesamiento, está representado en los ejes, profundidad vs resistividad, (Occam) mayores detalles del perfil geoelectrico se describen en la Figura N° 4. Igualmente el análisis de la diferencia de fases entre el campo eléctrico y magnético con el periodo T indica una característica de la distribución de la conductividad en el subsuelo

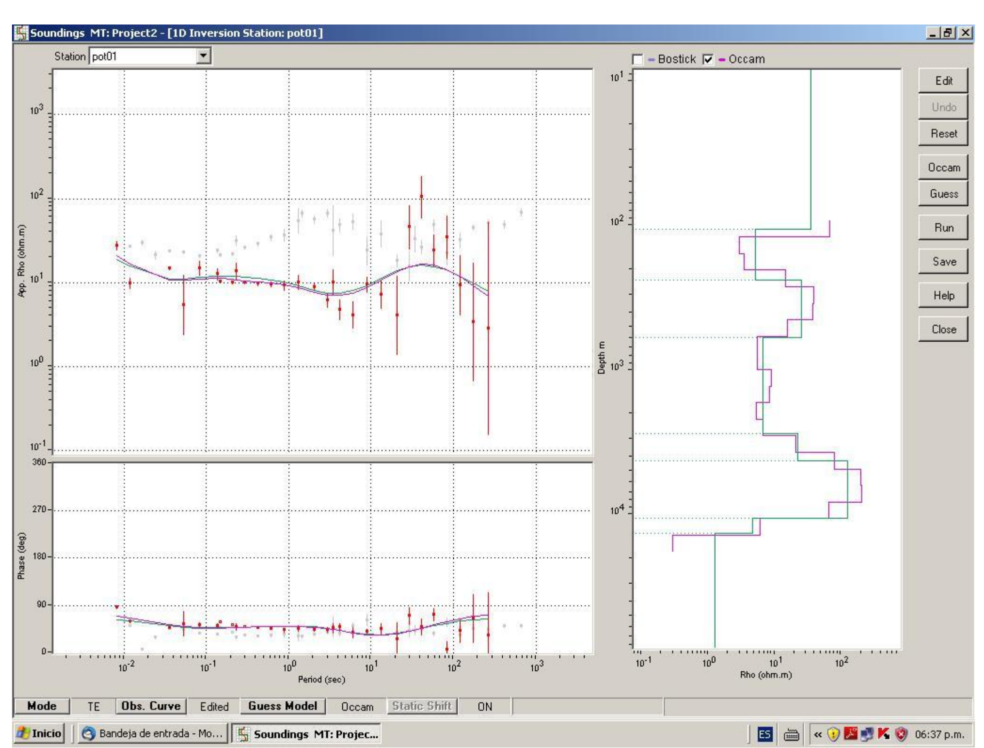


Figura 4 Representa los resultados del procesamiento del sitio aguas arriba del dique Potrerillos, ver (Figura N° 2) los datos colectados son desde 0.01 hasta 300 seg. , arriba a la izquierda se grafica la traza de la curva resistividad aparente vs periodo, y las barras de error de los datos de campo, abajo las fases que es proporcional a la derivada de la resistividad (Vozzof, 1990), es la diferencia, frente al periodo, de la señal eléctrica y magnética.

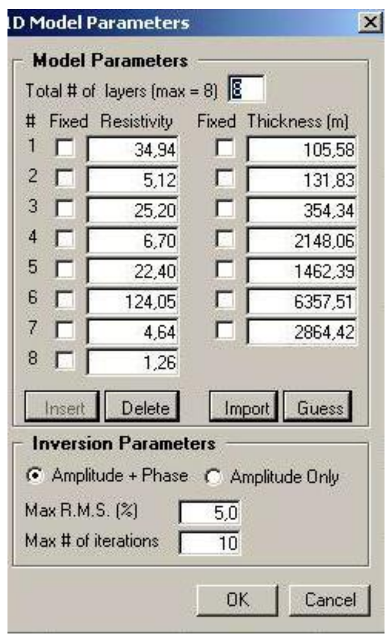


Figura 5 Luego de ensayar varios modelos iniciales se aceptó este resultado que tiene el menor error (5%). Se observa desde la izquierda a la derecha, el número de capas (8) luego la resistividad y los espesores de los estratos que reconoce el método de procesamiento.

La profundidad total alcanzada es de 11,3 km hasta el tope superior de un estrato conductor sin datos del fondo del mismo. Las bajas resistividades de los estratos superiores, en acuerdo con la metodología impidieron que hubiera mayor información a profundidades mayores.

Un dato provisto por el procesamiento son los diagramas polares, estas formas graficas indican el nivel de distorsión de los datos a diferentes frecuencias, el análisis permite ayudar en la interpretación del sondeo. Para estructuras con una disposición 1D, horizontal e isótropo, que geológicamente puede corresponder a una cuenca sedimentaria estable, una plataforma marina, y en general a regiones tectónicamente estables que han pasado por un proceso de diferenciación estratigráfica, no es este caso, estos diagramas son círculos. Las figuras formadas tienen relación con las estructuras 2D o 3D, en estos casos las gráficas generan tréboles y en vez de círculos se obtienen elipses que se alargan en función a la anisotropía del medio. Mientras mayor sea esta, mas alargada será la elipse y la dirección de sus ejes dará idea de la ubicación de zonas de anisotropía. Cuando el medio es bidimensional (2D), se debe distinguir si la dirección de las estructuras coincide o no con el sistema de referencia de la medición y si la misma se llevó a cabo en los ejes principales, es decir a lo largo y perpendicularmente a una estructura regional (por ejemplo un plano de falla), debido a esta situación es que se definen dos resistividades y dos fases, una a lo largo de la estructura regional y la otra perpendicular a ésta.

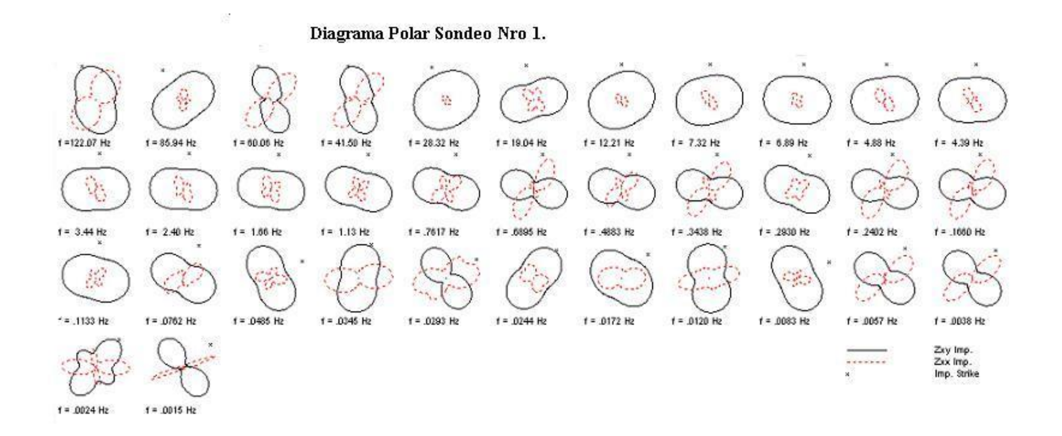


Figura 6. Los valores indicados al pie de cada uno de los diagramas van desde el inicio, arriba a la izquierda, 122.07 Hz. (lo más superficial) hasta el último 0.038 Hz. (final de la tercera fila; 263 s. lo más profundo), se observan a través de las formas graficas los grados de inhomogeneidad del subsuelo, se puede interpretar que es un modelo de estructuras en el subsuelo cuando menos 2D.

Sitio: POT 03

El sitio de este sondeo fue ubicado en la cuenca sedimentaria establecida a continuación de la finalización de la estructura precordillerana. Teniendo en cuenta de que el origen de la misma fue establecido en la etapa de extensión tectónica que dio lugar luego a los depocentros y cubierto por sedimentos, se

estimaba que el espesor moderno debía ser importante por los antecedentes de la explotación de hidrocarburos, (Zencich, Villar y Boggetti) donde se realizó el sondeo MT, (Llambías, 1993).

En forma gráfica se puede determinar cualitativamente como es el medio, observando el comportamiento de las curvas de resistividad en función de la frecuencia. En el análisis de estas trazas, se indica que si estas van prácticamente solapadas el medio es 1D, en cambio cuando se comienzan a separar significa que existe alguna anomalía o discontinuidad en una de las direcciones, por lo que el medio se empezaría a comportar como 2D o 3D. Este es un método cualitativo, sobre todo para discriminar 1D, pero no es muy práctico cuando se trata de medios más complejos pues no se puede discriminar entre 2D o 3D.

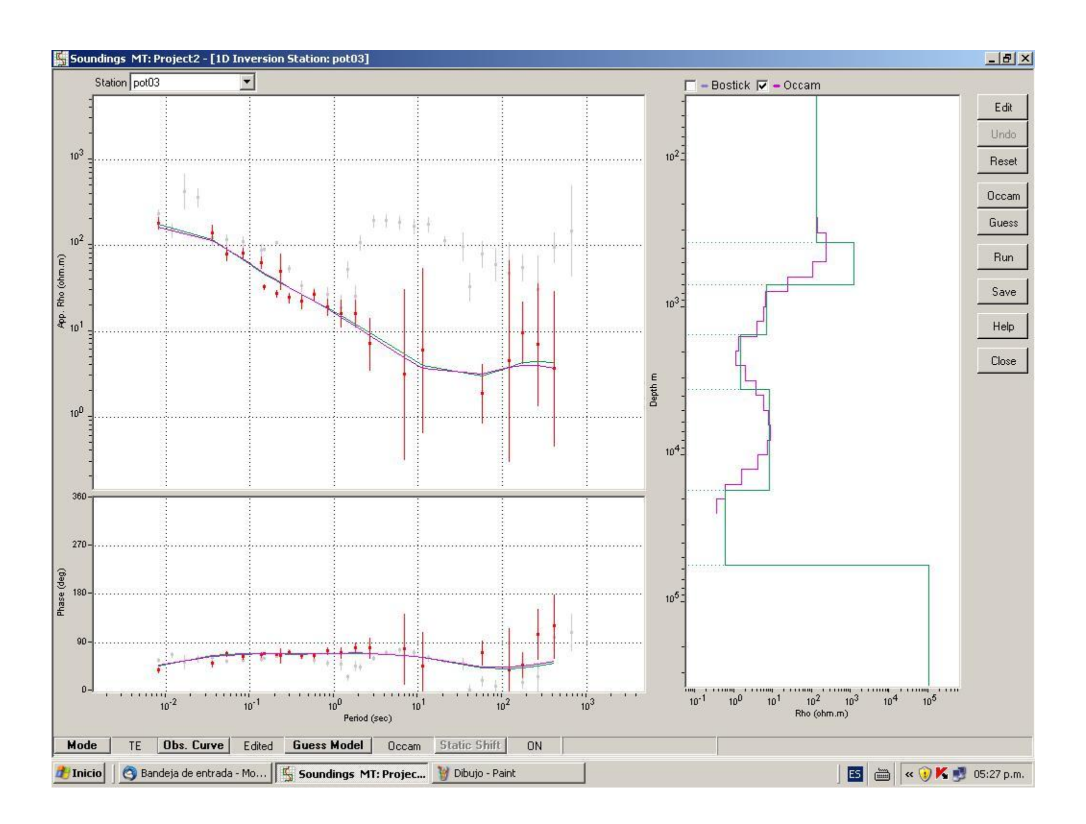


Figura 7 corresponde al sitio POT3, realizado dentro de la cuenca Cacheuta Alvear, depocentro de la cuenca Triasica encajonada por un sistema de fallas con orientación SSE.

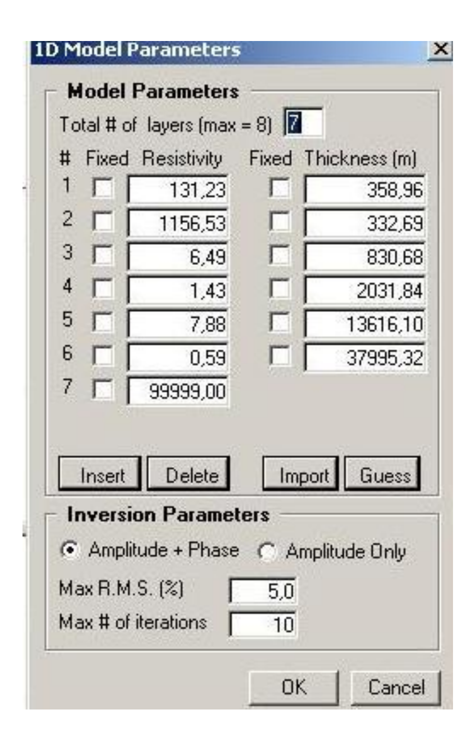


Figura 8 modelo en 1D, se observa que el espesor sedimentario de menor resistividad tiende en general a la disminución desde la superficie, (con excepción en el segundo estrato), hasta llegar a 3351 m a partir del cual se sucede un pequeño incremento resistivo (7.88 ohmm) y en general no modifica el promedio de las resistividades en profundidad, continuando el descenso hasta llegar a los 55,1 km. resistividad menor que 1. A esa profundidad hay una brusca disminución de la conductividad, indicando el cambio de las condiciones físicas a ese nivel.

Para lograr una interpretación más acabada, quedo dicho en los párrafos anteriores de la necesidad de realizar más sondeos MT en sitios cercanos (espaciamiento de 3.5 km), de modo que los resultados presentados son indicativos en modo cualitativo de estratos de menor resistividad, Según Cortes et al (2005) la precordillera sur tiene como característica fallas normales longitudinales de altos ángulos invertidos por contracción y correlacionados con desplazamientos y fallas de carácter oblicuo de orientación NO y NNO. Se describe las condiciones de anisotropía del substrato confirmando que el modelo más cercano al real es 3D, y se continua hacia al sur de la Precordillera, la deformación afecta al pedemonte de la cordillera frontal generando la llamadas Cerrilladas Pedemontanas. (Polanski 1963)

Las condiciones de anisotropía del substrato antes señaladas, e indicadas en el diagrama polar prosiguen al sur de la Precordillera, pero en este caso el régimen geodinámico es el de subducción normal, la deformación afecta al pedemonte de la Cordillera Frontal originando lomadas y serranías bajas que conforman la unidad morfotectónica antes nombradas. Se reconoce igualmente en ese ambiente la inversión tectónica de fallas normales (Ploszkiewicz 1993, Dellapé 1993) y la preeminencia de corrimientos, pliegues y fallas de rumbo de orientación NO y NNO, con esta descripción se entiende de que el subsuelo tiene una

estructura 3D, y con mayor razón hace imprescindible hacer más sitios de sondeos debido a que el grado de complejidad es cada vez mayor.

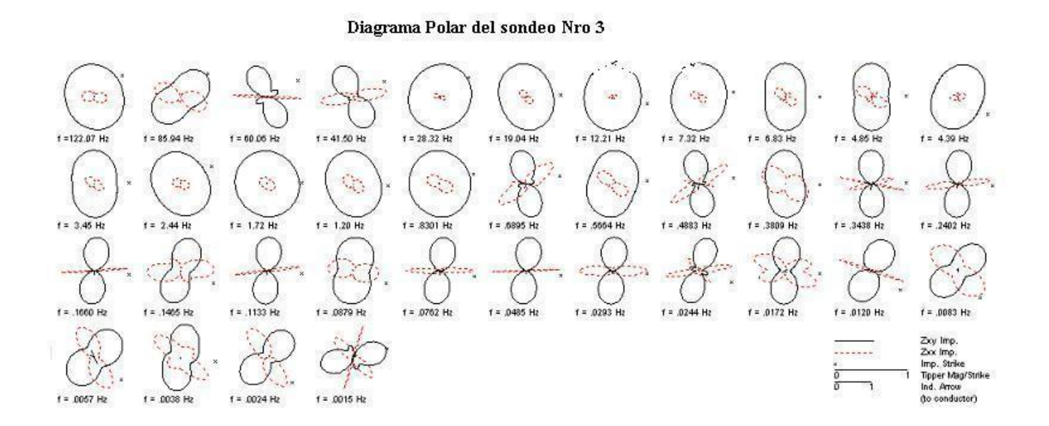


Figura 9 Desde la 5ta.forma gráfica (28.32 Hz de izquierda a derecha) hasta, 0.8301 Hz, (segunda fila, quinta ubicación de izquierda a derecha) los diagramas polares se acercan a la forma de un circulo, denotando la estatificación cercana a la horizontal, se entiende esta forma debido a que se trata de una cuenca que fue rellenada en el periodo de distensión. Sin embargo, a mayor profundidad las estructuras van adquiriendo un modelo 2D o a 3D, indicado por la deformación de las graficas

3. CONCLUSIONES

Los resultados de los sondeos geoelectricos realizados en la zona del pedemonte de la precordillera, en su límite sur, han sido suficientes para reconocer los estratos que componen el subsuelo atravesados por el envío de corriente (electrodos de corriente AB) permiten, en la lectura de los electrodos de potencial (MN), interpretar los espesores y la resistividad de los mismos, además se definen bien los fallamientos con la orientación NNE que estimamos es la continuación de los ya informados y que se encuentran en cercanías de la ciudad de Mendoza. No ocurre de igual modo con los realizados con la metodología de magnetotelurica, estos fueron escasos en cantidad y además como el método prevé el registro de corriente naturales de bajo nivel de señal, estos se encuentran supeditados a los ruidos culturales de la zona de trabajo, es decir la señal se ve afectada por el transporte de altas tensiones por los conductores que atraviesan el área de trabajo, no obstante es posible procesar en modelos 1D, con los condicionamientos ya expuestos y los resultados explicitados en el texto. Es intención de este Grupo instalar estos instrumentales para la toma y el registro de los datos MT en sitios lo más alejados posibles de aquellos ruidos e ir monitoreando hasta donde llegan la influencia de aquellos sin que ello signifique distanciarse demasiado de la zona de estudio.

REFERENCIAS

1. Bastías, H., Tello, G.E., Perucca, J.L. y Paredes, J.D. 1993. Peligro sísmico y geotectónica. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. En Ramos, V.A. (Ed.): Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 6-1: 645-658.
2. Berdichevsky M.N., Dmitriev V.I., 1976. Basic Principles of Interpretation of Magnetotelluric Soundings Curves. Geoelectric and Geothermal Studies. KAPG Geophysical Monograph. Akademiai Kiado. Budaspest.
3. Chave, A.D., and J.T. Smith, 1994. On electric and magnetic galvanic distortion tensor decompositions, J. Geophys. Res., 99, 4669-4682.
4. Cortés, J.M., Yamín, M., y Pasini, M. 2005b. La Precordillera Sur, provincias de Mendoza y San Juan. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 395-402, La Plata.
5. Cortés, J.M., Casa, A., Pasini, M., Yamín, M. y Terrizano, 2006. Fajas oblicuas de deformación neotectónica en Precordillera y Cordillera Frontal (31° 30´ - 33° 30´ LS): controles paleotectónicos Rev. Asoc. Geol. Argent. v.61 n.4 Buenos Aires oct./dic.
6. Costa, C., Machette, M.N., Dart, R.L., Bastias, H.E., Paredes, J.D., Perucca, L.P., Tello, G.E. y Haller, K.M. 2000. Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Argentina. USGS Open-File Report 00-0108.
7. Constable, S. C., R. L. y Constable, C. g. 1987. Occam´s inversión: a practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data. Geophysics, 52, 289-300.
8. Dellapé, D.A. y Hegedus, A. 1995. Structural inversion and oil occurrence in the Cuyo basin of Argentina. En Tankard, A., Suarez R. y Welsink H. (eds.) Petroleoum basins of South America, American Association of Petroleoum Geologists Memoir 62: 359-367.
9. C.R.A.S. (Centro Regional de Aguas Subterráneas) 1996. Mapa hidrológico de la Provincia de Mendoza, escala 1: 500.000. San Juan.
10. Gabás Gasa Anna. 2003.Nuevos Aspectos Metodológicos en la Exploración Eléctrica y Electromagnética. Universidad: Barcelona. Centro de Lectura: Geología. Centro de Realización: Facultad de Geología.
11. Giambiagi, Laura; Mescua, José; Folguera, Alicia y Martinez, Amancay. 2010. Estructuras y cinemática de las deformaciones pre-andinas del sector sur de la precordillera, Mendoza. *Rev. Asoc. Geol. Argent.* [online]., vol.66, n.1-2 [citado 2014-08-17], pp. 05-20 . Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/.
12. Jiracek, G.R., 1990, Near-surface and topographic distortions in electromagnetic Induction, Surv. Geophys., 11, 163-203.
13. Llambías, E.J., Kleiman, L.E. y Salvarredi, J.A. 1993. El magmatismo gondwánico. En Ramos V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos 1: 53-64.
14. Meju, M. 1992. An Effective Ridge Regression Procedure for Resistivity Data Inversion. Computers and Geosciences. Vol. 18, N°2/3, pp 99-118.
15. Ploszkiewicz, J.V. 1993. Yacimiento Tupungato. En: Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio 3(4): 391-396, Mendoza.
16. Polanski, J. 1963. Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano, entre los ríos Diamante y Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 17(3-4) (1962): 127-349.

17. Pous, J. y Marcuello, A. 2003. El método magnetotelúrico: descripción y aportaciones en investigaciones de ámbito regional. Boletín Geológico y Minero, de España 114
18. (1): 5-16.
19. Pous, J., Marcuello, A. & Queralt, P., 1989. Inversi6n de sondeos magnetotelurícos con informacion a *priori,* Rev. de Geojisica, 45, 73-82.
20. Rodi, W.L., Mackie, R., 2001. Non-linear conjugated gradient algorithm for 2-D magnetotelluric inversion. Geophysics, 66. 17-178.
21. Rodríguez, E.J. y Barton, M. 1990. Geología del pie de monte del oeste de la ciudad de Mendoza. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 460-463.
22. Salomón, M., Abraham, E., Soria, D. y C. Rubio. 2008. Estudio geológico de las cuencas precordilleranas y pedemontanas de los ríos Chacras de Coria y Tejo. Mendoza (Argentina). San Salvador de Jujuy. VII Jornadas Nacionales de Geografía Física; Institución organizadora: Universidad Católica de Santiago del Estero.
23. Simpson Fiona y Karsten Bahr, 2005. Practical Magnetotelluric Cambridge University Press, 254 paginas
24. Tikhonov, A.N., 1950. On determination of electric characteristics of deep layers of the Earth crust, Dokl. Acad. Nauk SSSR 151, 295-297.
25. Vozoff, K.,1972. The magnetotelluric method in the exploration of sedimentary basin. Geophysics, 37, pp 98 - 141.
26. Vozoff, K.,1990. Electromagnetic methods in applied geophysics. Volume 2, application, part B. Edited by Misac N. Navighian. Society of Exploratio dimensional magnetotelluric modelling. Geophysics 88, 277-296.
27. Zencich Silvia, Héctor J. Villar y Daniel Boggetti. Sistema Petrolero Cacheuta-Barrancas de la Cuenca Cuyana, Provincia de Mendoza, Argentina Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. Sistemas Petroleros de las Cuencas Andinas.
28. U.N.D.P. United Nations Development Programme; Consejo Federal de Inversiones, 1970. Plan de Aguas Subterráneas, Ives Serres Zona IV, Plano N° 6 Provincia de Mendoza,